

attard p24

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-65481

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所	
H 0 3 H	9/145	7259-5 J	H 0 3 H	9/145	A
		7259-5 J			D
	9/25	7259-5 J		9/25	Z
		7259-5 J			C
	9/64	7259-5 J		9/64	Z
審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)					

(21) 出願番号 特願平8-231492

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月13日

(71) 出願人 000003104

東洋通信機株式会社

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

(72) 発明者 廣田 和博

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

東洋通信機株式会社

(72) 発明者 小川 祐史

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

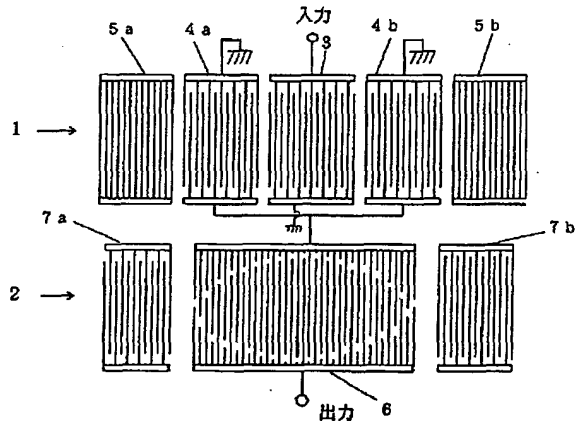
東洋通信機株式会社内

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、弾性表面波 (SAW) に関し、通過域近傍の減衰特性に優れ、且つ、低挿入損失特性をもった 3 I D T 構成の縦結合 2 重モード SAW フィルタに関する。

【解決手段】 3 I D T 2 重モード SAW フィルタの両側 I D T を並列接続し更に、I D T に c o s 型重み付けをした SAW 共振子を直列に接続する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って配置した三個のIDTと該IDTの両側に配置した二個の反射器とを備え、前記三個のIDTのうち両側の二つのIDTを並列に接続すると共にそのいずれか一方の連結端子にコサイン型重み付けをしたIDTを接続し、且つ、その両側に反射器を配置し、該共振子の共振周波数を前記フィルタの通過域に、反共振周波数を前記フィルタの通過域よりも高周波側に設定したことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記圧電基板に回転36度Y板タンタル酸リチウムを用いたことを特徴とする請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上利用分野】本発明は、圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って、三個のインターディジタルトランスデューサ（以下、IDTと云う）および該IDTの最外側に二つの反射器を配置してなる弾性表面波フィルタ（以下、SAWフィルタと云う）に関し、特に通過域カットオフ特性および高域側近傍の減衰量を改善した弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】弾性表面波はその振動領域が表面に限定されること、振幅と位相を別個に設計できること等、従来の振動デバイスに無い種々の特徴を有することから、基礎研究の分野でも応用の分野でも精力的に研究が成され、現在では、各種の装置に用いられている。中でも、小型、堅牢でありパッチ処理による大量生産に適していることから低コストが期待できるため、最近の移動体通信特に携帯電話等には多く使用されている。特に、Proc. of 1980 IEEE Ultrasonics Symposium pp.164-168において、Rosenberg R.L.およびColdren L.A.によって提案され、電子情報通信学会技報US-92-8で森田、渡辺らによって実用化された3IDT構成の縦結合2重モードSAWフィルタ（以下、縦結合DMSフィルタと云う）は、低損失であり、通過域が平坦でカットオフが急峻な特性を実現できるという優れた特徴を持っている。

【0003】上記の3IDT構成の縦結合DMSフィルタの模式図を図5に示す。縦結合DMSフィルタは圧電基板8の主表面に、伝搬方向に沿ってIDT9、10a、10bおよび該IDTの最外側に反射器11a、11bを近接して配置した構造を有し、IDT9の対向する電極の一方を入力端子とし、他方を接地する。更に、図5のようにIDT10a、10bそれぞれの一方の電極を共通接続して出力端子とし、他方の電極を接地する。ここで、入力端子と出力端子は便宜的に決めたものであり、互いに入れ替えてもかまわない。

【0004】図5に示すIDT9、10a及び10bと反射器11a及び11bの適正配置によって前記IDT

下に音響結合が生じ、その結果2つの閉じ込めモード即ち、一次縦モードと三次縦モードが、強勢に励起される。これらのモードの周波数をそれぞれ f_1 と f_3 とすると、 $f_3 < f_1$ であり、中心周波数が f_1 で帯域幅が $2(f_1 - f_3)$ の縦結合DMSフィルタが得られる。図6に、36度Y-Xリチウムタンタレート（LiTaO₃）基板上に縦結合DMSフィルタを形成した場合の濾波特性の一例を示す。図6より明らかなように、通過域近傍の高域側に生ずる非対称特性は、入出力IDTの対数で決まる本質的なスプリアスで縦結合DMSフィルタ特有の欠点である。そのスプリアスの減衰量は12～13dB程しかなく、送受の周波数が近接している携帯電話用RFフィルタに適用しようとする場合、大きな問題となる。

【0005】上記通過域近傍のスプリアスを解決する手段として図7に示す様に、縦結合DMSフィルタ12の入出力に一端子対型共振子13、14を直列に接続し、これら共振子の反共振周波数で構成する減衰極を利用して、通過域近傍の高域側の減衰量を改善しようとする提案が行われている。（長塚他、1994年信学会秋季大会、No.1、P.230、特開平7-30367、特開平7-86870）

【0006】上記改善方法を図8を用いて説明する。図8（a）は縦結合DMSフィルタ（DMSFと略記）の入出力にそれぞれ一端子対型SAW共振子（以下、SAW共振子と云う）を直列に接続した回路構成図を示す。図8（b）は前記縦結合DMSフィルタの濾波特性（図6に相当）を示したもので、通過域近傍の高域側に上述したスプリアスが発生している。図8（c）はSAW共振子の伝送特性を示したもので、反共振周波数に於いて減衰極が生じることを表している。該SAW共振子の共振周波数を前記縦結合DMSフィルタの通過域とほぼ一致するように設定し、更に、反共振周波数を前記縦結合DMSフィルタの通過域近傍の高域側にあるスプリアスが発生する周波数とほぼ一致するように設定する。このように周波数を設定したSAW共振子を、図8（a）のように、縦結合DMSフィルタに直列接続すると、総合濾波特性は図8（d）に示すように、縦結合DMSフィルタのスプリアスを改善した特性となる。

【0007】図9に、前記SAW共振子の実測値の一例を示す。図9（a）はSAW共振子の周波数—インピーダンス軌跡を表すスミスチャート図を示したものであり、円の直径の水平線は抵抗分（ r ）を表し、円の上半分は正のリアクタンス（ $+jx$ ）を表し、下半分は負のリアクタンス（ $-jx$ ）を表している。即ち、直径の水平線と交わる周波数が位相零の周波数であり、共振数波数Aあるいは反共振周波数Bを表す。通常の正規型IDTを配設したSAW共振子の周波数—インピーダンス特性は、図9（a）に示すスミスチャート図からも明らかなように、反共振周波数Bの高周波側近傍で円を描くよ

うな軌跡はなく、共振は生じていない。また、前記SAW共振子の伝送特性を測定すると図9(b)に示すように、反共振周波数での単峰特性を示している。このような正規型IDTの共振子を用いて図7の如く構成したフィルタの濾波特性例を図10に示す。周波数は約1.5GHzで帯域幅は約36MHzである。縦結合DMSフィルタに直列接続するSAW共振子は一個または、2個以上でも、また入出力のいずれか片側だけでもよいし、共振子同士の周波数が互いにずれていてもよい。

【0008】直列接続する上記SAW共振子の共振周波数は、通常、ほぼフィルタ通過域内になるように設定するため、SAW共振子追加による通過帯域に於ける損失の増加は僅かである。しかし、SAW共振子の共振抵抗が1Ω程度のオーダーである以上、複数の共振子を直列接続すると、損失の増加を来し問題となることは明らかである。また、1つの共振子の反共振点では、減衰を大きく保てる周波数範囲が狭いので、図7の様な回路構成の場合、2つの共振子の反共振周波数を互いに少しずらして配置するのが一般的であるが、この場合、通過域の損失の増加は、共振子一個の場合の約2倍となる。

【0009】図10は、図7のように縦結合DMSフィルタの入出力端子それぞれにSAW共振子を直列接続した構成の濾波特性例であり、周波数の低いSAW共振子を図7に示す中央IDT(入力)側に接続している。通過域の高周波側にあるスプリアスの減衰量は改善されたが、カットオフ特性が滑らかではなく、台地のような部分が残っている。この台地のようなスプリアスを除くために、前記SAW共振子の反共振周波数をさらにフィルタ通過域側に近接させると、図11に示すように通過域特性の右肩が欠ける特性となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のSAW共振子の直列接続による減衰量改善では、ある程度広い範囲で減衰量を確保する場合、反共振周波数をずらしたSAW共振子を2つ以上必要とした。また、縦結合DMSフィルタの入出力端子それぞれに接続するSAW共振子の高低の周波数関係を規定しておらず、場合によってカットオフ特性が滑らかにならず、フィルタ通過域特性の右肩が欠けることがあった。本発明はこれらの欠点を除去する為になされたものであって、共振子1つで従来よりも広い周波数範囲において一定の減衰量を確保し、通過域の損失増加を最小限にとどめること、および、良好なカットオフ特性を有する弾性表面波フィルタを提供することを目的とする。

【0011】

【発明を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、請求項1では、圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って三個のIDT及び該IDTの最外側に二個の反射器を配置し、中央のIDTを入力端子、両側の二つIDTを並列接続して出力端子とした弾性表面波フ

ィルタに直列に、コサイン型重み付けをしたIDTとその両側の反射器とからなる一端子対型弾性表面波共振子を接続し、且つ、該共振子の共振周波数を前記フィルタの通過域に、反共振周波数を前記フィルタの通過域よりも高周波側に配置した弾性表面波フィルタである。更に、請求項2では、圧電基板上に回転36度Y板タンタル酸リチウムを用いた弾性表面波フィルタである。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示した実施の形態と実験結果とに基づいて詳細に説明する。図1は本発明の構成を示したIDT電極の模式図であり、IDT3、4a及び4bより構成する3IDTと、該IDTの最外側の反射器5a及び5bとで構成される縦結合DMSフィルタ1は、従来のものと同様であり、パターン

のピッチや電極本数および各電極の間隔などは、所望の通過域を実現するように選ぶ。縦結合DMSフィルタ1の中央IDT3の一方の電極を入力端子とし、他方の端子は接地する。また、IDT4a及び4bのそれぞれの一方の電極を並列接続して出力端子とし、それぞれの他方の端子を接地する。更に、前記出力端子にSAW共振子2を直列に接続する。SAW共振子2は、SAWを励振する電極指の交叉長がコサイン(c o s)型重み付けしたIDT6とその両側の反射器7aおよび7bとで構成されている。また、これらIDT及び反射器の電極パターンは圧電基板の主面上にアルミニウムまたはアルミニウム合金で作製する。

【0013】本発明の要点は、縦結合DMSフィルタに直列に接続するSAW共振子のIDTの電極指交叉長をコサイン形状にして、フィルタの総合濾波特性、特に、通過域近傍の高周波側の減衰量の改善と通過域のカットオフ特性を改善することである。IDT6にコサイン型重み付けまたはこれに近い重み付けを施した場合の利点、およびSAW共振子をフィルタ1の両側IDT(出力)側に接続した場合の利点について説明する。図2に、本発明になるSAW共振子の測定結果を示す。図2(a)は、SAW共振子2を36度Y-Xリチウムタンタレート(LiTaO₃)基板上に作製した場合の周波数-インピーダンス特性のスミスチャート図であり、反共振周波数Bの付近で小さな円を描く軌跡がある。図2(a)よりQの小さい共振が反共振周波数Bより少し高い周波数に存在することは明らかである。一方、IDT6に重み付けを施さず正規型とした場合のSAW共振子の周波数-インピーダンス特性は、上述した図9(a)の通り共振を示していない。図2(b)は前記コサイン形状重み付けをしたSAW共振子の伝送特性であり、本図からも、反共振周波数の高域側に小さな共振があり、これにより減衰特性が図9(b)と比べて幅広くなっていることが分かる。

【0014】交叉指がコサイン形状重み付けであって図2の特性をもったSAW共振子と、従来の正規型IDT

で図9の特性をもったSAW共振子との製作諸条件は全く同一としてある。また、従来の正規型IDTのSAW共振子では、図9(a)に示したように反共振周波数Bを含む通過域の高域側での反射量が少なく、図2(a)と比べて反共振が浅い即ち、反共振のインピーダンスが小さいことが分かる。これらの特性の違いが、SAW共振子を減衰特性改善のため、縦結合DMSフィルタに直列接続して用いる場合に、通過域近傍の高周波側に於ける減衰の優劣の差として表れる。即ち、図1に示した本発明になるSAW共振子では、図2に示す様に反共振周波数B近傍の高周波側に小さな共振の存在のため、従来の特性を有するSAW共振子を用いた場合に比べて、より広い範囲で減衰量をかせぐことができる。更に、図に示すような特性を有するSAW共振子を用いると反共振周波数Bを含む高域側での反射量が大きくなり、より急峻なカットオフ特性と深い反共振即ち、反共振周波数Bの近辺のインピーダンスが大きいため高減衰を得ることが出来る。

【0015】図3は、図1の構成即ち、縦結合DMSフィルタと1個のSAW共振子とで構成し、且つSAW共振子の交叉指がコサイン形状のIDTを用いて得られた濾波特性例であり、フィルタ通過域の右肩が欠けることなく急峻なカットオフ特性を実現出来ている。フィルタ特性が周知であるので、特に濾波特性を図示していないが、正規型IDTのSAW共振子を用いた場合と比べて、カットオフ特性は急峻で、反共振周波数での減衰が大きく、反共振周波数より高い周波数で減衰も4から5dB程改善している。また、1個のSAW共振子2を両側IDTに接続する代わりに、図1の中央IDT3(入力)側に接続した場合の濾波特性を図4に示す。図4を参照して明らかなように、SAW共振子を中央IDT3(入力)側に接続すると、通過域近傍の高域側のカットオフ特性が滑らかにならず図4に示すようなディップが現れる。更に、反共振周波数が通過域に近づいた場合、通過域高域側が欠け、より丸みを帯びることになる。

【0016】図3に示すの良好な濾波特性と図4に示した劣化した濾波特性の違いは、フィルタの入出力が非対称であり、入出力のインピーダンス特性が異なるために起こる。従来の技術は、直列接続するSAW共振子を、縦結合DMSフィルタ1のIDT3側、あるいはIDT4aと4bの共通接続側のいずれの側に接続すべきかを明らかにしていなかったが、本発明では、これを明確に示し図3の様な良好な特性を実現できた。即ち、縦結合DMSフィルタに2個以上のSAW共振子を直列に接続して、通過域近傍の高周波側の減衰を高める場合、反共振周波数の低い共振子をIDT4aと4bの共通端子に接続し、反共振周波数の高い共振子をIDT4aと4bの共通端子あるいはIDT3に接続するとカットオフ特性が丸くならず急峻なカットオフ特性となる。図1の縦結合DMSフィルタ1に、SAW共振子2よりも周波数

の高い共振子をさらに直列接続して(中央IDT側でも共振子2に縦続でもよい)、減衰量の増加を見込んだ場合、通過域のごく近傍のカットオフ特性は共振子2によってほぼ決定されているため、急峻度は図1の場合とほとんど変化しない。即ち、通過域近傍の高域側の急峻度を上げる場合、図1に示すフィルタ構成では共振子一個の構成でおおよその減衰レベルが得られていれば、共振子をさらに追加する必要はない。追加すれば、従来と同様にかえって通過域において共振子の共振抵抗分の損失の増加を引き起こす。

【0017】図6に示した3IDT縦結合DMSフィルタ単体の特性では、通過域約35MHzバンド幅内での平均挿入損失が1.5dBであるのに対し、本発明になるSAW共振子一個を用いた図3の特性での平均挿入損失は1.8dBとわずか0.3dBの増加に抑えられている。しかし、通過域近傍の高周波側の減衰量を確保するため、従来提案されている二個のSAW共振子を用いた場合、図10に示すように平均挿入損失は2.2dBまで増加してしまう。国内デジタル携帯電話(PDC)は、送信周波数が1429~1453MHzに対し、受信周波数が1477~1501MHzと非常に接近しており、特に送信側のRFフィルタに上述した減衰要求がある。同時に、低損失であることが大きな前提条件であるので、これをSAWフィルタで実現しようとする場合、本発明における図1の構成は極めて有効であると言える。

【0018】なお、本発明における共振子の重み付け形状は、コサイン(cos)型に限ったものではなく、楕円もしくは類似の形をしていれば、上述したのとほぼ同等の効果が得られる。また、図1に示した本発明の構成にさらに、より反共振周波数の高い共振子を中央IDT側に接続しても、本発明における優れたカットオフ特性は維持され、減衰量の増加が見込める。

【0019】

【発明の効果】本発明は、3IDT構成のSAW縦結合2重モード型フィルタにおいて、入出力インピーダンスを考慮したうえで両側IDTの並列接続端子に直列に共振子を接続し、また、その共振子のIDTにコサイン(cos)または類似の重み付けを施すことによって、より深く広い反共振減衰特性を得るもので、結果として損失の増加を最低限に抑え、且つ、良好なカットオフおよび高域側近傍の減衰特性を有するSAWフィルタが実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で提案する3IDT2重モードSAWフィルタの通過域近傍高域側減衰量を改善する構成の模式図である。

【図2】(a)は、本発明で提案するフィルタ減衰量改善のための直列接続cos重み付け共振子のインピーダンス特性例のスミスチャート図、同図(b)は、前記共

10

20

30

40

50

振子の伝送特性例である。

【図3】本発明で提案する改善を施した3 IDT 2重モードSAWフィルタの周波数特性例である。

【図4】従来提案にあった、中央IDT側に共振子を直列接続した場合の周波数特性例である。

【図5】従来技術として実用化されている3 IDT 2重モードSAWフィルタの構成を示す模式図である。

【図6】従来の3 IDT 2重モードSAWフィルタ単体での周波数特性例である。

【図7】従来提案されている共振子直列接続による3 IDT 2重モードSAWフィルタ特性改善法の構成を示す模式図である。

【図8】共振子直列接続による3 IDT 2重モードSAWフィルタ特性改善法の原理を示す模式図である。

【図9】(a)は通常の新規型共振子のインピーダンス

特性のスミスチャート図、(b)は、前記共振子の伝送特性例である。

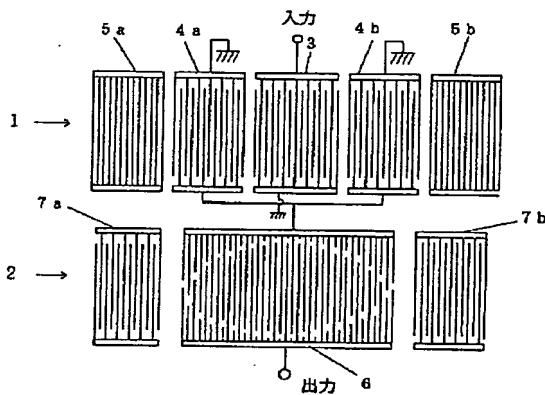
【図10】従来提案されているフィルタ特性改善の周波数特性例で、入出力両方に接続した共振子のうち中央IDTに接続したものの方が f_a が低くフィルタ通過域に近い場合フィルタ。

【図11】図10において、両共振子の反共振周波数を共に同じだけフィルタ通過域に近づけた場合の特性例。

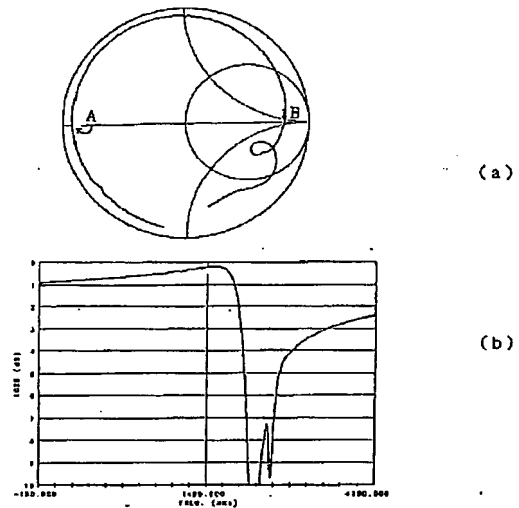
【符号の説明】

- 1 3 IDT縦結合二重モードフィルタ
- 2 コサイン型重み付け交叉指電極の一端子対型SAW共振子
- 3、4 a、4 b、6 IDT
- 5 a、5 b、7 a、7 b 反射器

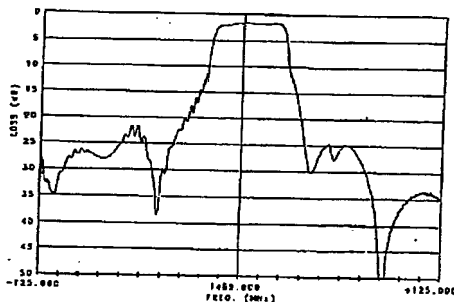
【図1】



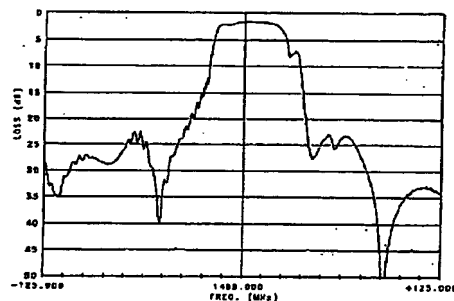
【図2】



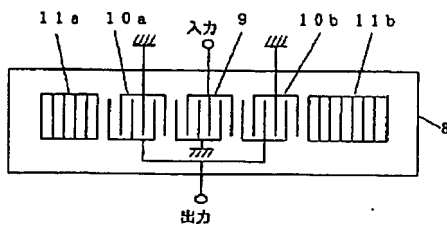
【図3】



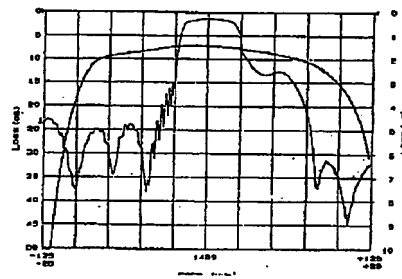
【図4】



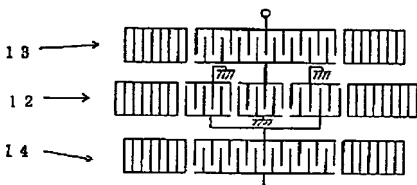
【図5】



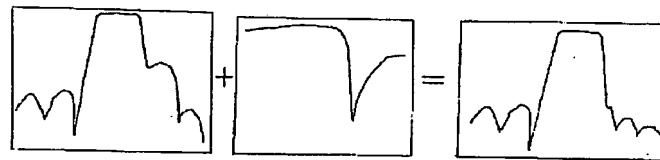
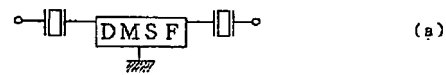
【図6】



【図7】



【図8】

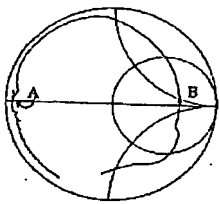


(b)

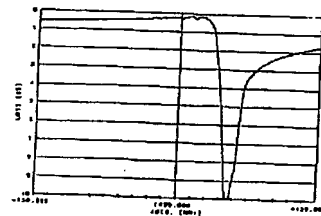
(c)

(d)

【図9】

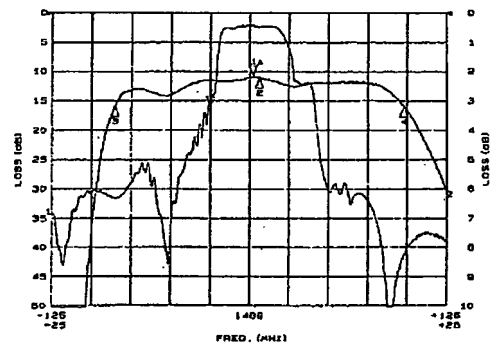


(a)



(b)

【図10】



【図11】

